

〔解 説〕

オペレーティングシステムの歴史的変遷と概要

渋 井 二三男*

オペレーティングシステムの歴史的変遷とその概要について述べます。

1. オペレーティングシステムの歴史的変遷

1.1.1 汎用コンピュータのオペレーティングシステムの誕生と歴史的変遷

現在のコンピュータは、どのような仕組みで動いているのだろうか。

この仕組みの最も基本となるものが「オペレーティングシステム」と言われるものです。

このコンピュータのオペレーティングシステムにも先人達が築いた歴史的な経過があります。

1.1.2 布線論理方式 (WLC; Wied Logic Controller)

世界で最初に作られた電子計算機は、1946年にペンシルバニア大学で、実験製造した ENIAC (Electronic Numerical Intergrated and Calulator)といわれています。この ENIAC は2,000本前後の真空管を使い、1,000平方メートル前後の設置場所を専有し、120kW の電力が使われました。また、この ENIAC は、人間がジャックをパネルに挿入したり、あるいは、人間が、布線表により、配電盤に布線することにより、すなわち「布線論理方式」により、仕事の処理をさせていました。このため、ENIAC で、ある仕事を処理させようとすると、膨大な時間と労力が必要であり、また保守・運用の面でも煩わしい面がありました。

1.1.3 プログラム内臓方式 (SPC; Stored Program Controller)

そこで、考えられたのが、今日のノイマン型コンピュータの原型となるオペレーティングシステムである「プログラム内臓 (SPC; Stored Program Controller) のコンピュータです。この SPC 方式というのは、仕事の手順書であるプログラムをあらかじめコンピュータに記憶させておき、その手順書（プログラムにしたがって、該当処理手順をコンピュータから取り出し、仕事を処理していくと方式です。しかし、初期の頃のプログラム内臓方式のコンピュータでは、仕事を処理するたびに、準備作業、たとえばその仕事の処理に必要なカードや磁気テープを準備しておく必要がありました。すなわち、準備、整理作業によるコンピュータの遊び時間が多くなり、効率よくコンピュータを利用するという状況からはほど遠いものでした。

1.1.4 バッチ処理 (Batch Processing)

* 女子短期大学部助教授

そこで、仕事と仕事の間の保守者（オペレータ）による準備・整理作業，すなわち「人間の仕事」と「コンピュータの処理を並行して行わせることを考え，これを基本にして，1959年，世界初の「オペレーティングシステム」が誕生しました。

このオペレーティングシステムの開発により，従来では仕事と仕事の間の保守者（オペレータ）の指示で実施していた準備・整理作業を，図1.1.1(A)の示すようにすべて仕事の最初におけば，後はコンピュータ自身が，自動的に連続して処理するようになりました。この機能を「仕事の連続処理」といい，現在の「バッチ処理（Batch Processing）」の誕生ということになったのです。

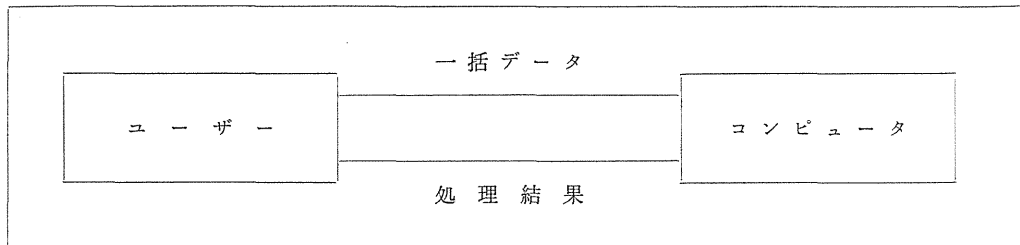


図 1.1.1(A) バッチ処理

1.1.5 リアルタイム処理

このバッチ処理として，誕生したオペレーティングシステムも，即時性，すなわち，すぐに処理したい仕事のときには前にある仕事をすべて終了しなければならないという欠点を持っていました。このためコンピュータをより効率よく，ユーザーが使いたいという願望を実現するため，さらにコンピュータは発展し続けました。その願望を満たすものとして，図1.1.1(B)に示すように仕事の処理を，その要求時と同時に進行されるオペレーティングシステムが考え出されました。それが「リアルタイム処理（Real Time Processing）」と呼ばれるものです。

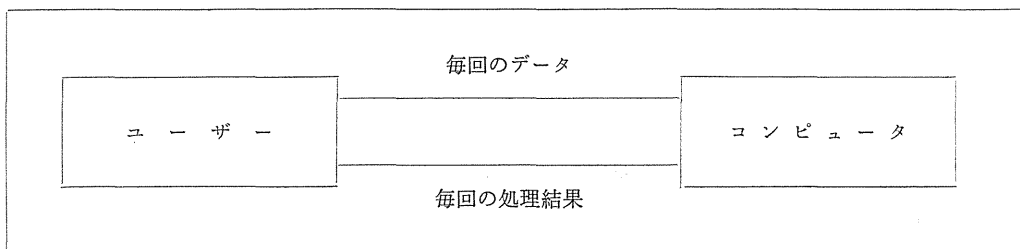


図 1.1.1(B) リアルタイム処理

1.1.6 オンラインリアルタイム処理

また，リアルタイム処理のように，常に保守者（オペレータがコンピュータと直接オペレーションするという形態でなく，保守者が遠くに離れていても通信回線等を使用してコンピュータを利用したいという要求も現れてきました。

この要求は，「オンラインリアルタイム（OnLine Real Time）処理」という手法のオペレータ

ィングシステムの開発へと進みました。

このオンラインリアルタイム処理の出現は、いままでのスタンドアロンタイプのコンピュータのイメージあるいは、利用形態を根本的に変える革新的イベントでした。それは「データ通信 (Data Communication) 時代」の到来を意味するものでした (図 1.1.2 参照)。

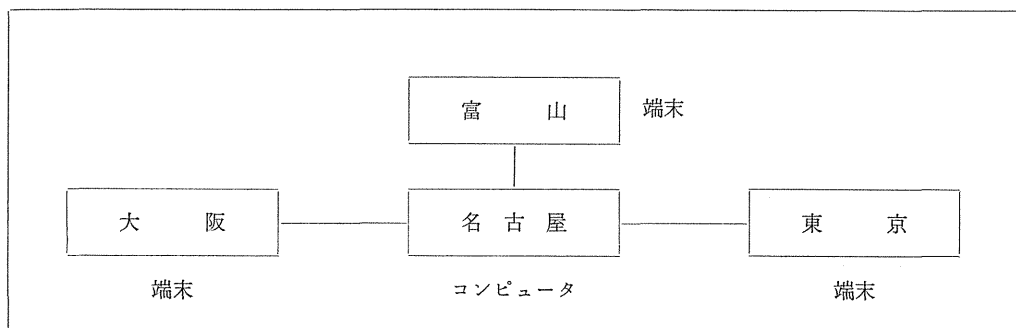


図 1.1.2 オンラインリアルタイム処理

現在データ通信システムが最も発達している国は、アメリカです。図 1.1.3 に示すように、1958 年、アメリカで「半自防空システム (SAGE; Semi Automatic Ground Enviroment)」が開発され、これが、データ通信時代の幕開けといわれています。

さらに、1959 年民間版 SAGE として、同じくアメリカで「アメリカエアライズ社の座席予約 (SABRE; Semi-Automatic Business Environment Resevch) システム」が開発され、データ通信が社会に広く浸透し発展してきました。

一方、日本では、1964 年 (昭和 39 年) 10 月の東京オリンピックでの記録・得点集計システムの開発実用化にオンラインリアルタイム処理が初めて採用されました。

また、現在でも私たちが使用している国鉄の「みどりの窓口」としての MARS 101 オンラインリアルタイム座席予約システムはあまりにも有名であり、私たちの日常生活に欠くべからざるものになってしまったようです。

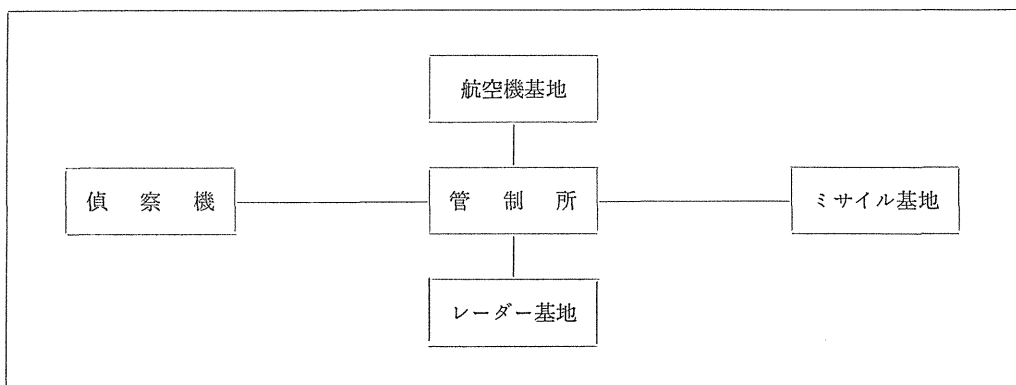


図 1.1.3 SAGE

そして、「バッチ処理」と「オンラインリアルタイム処理」のオペレーティングシステムは、より能率的に、より高速に、より合理的に開発され、高速の中央処理装置と低速のテーブリーダやプリンタで複数のプログラムを並行して処理させるオペレーティングシステムが開発され、これを「多重プログラミング（マルチプログラミング；Multi Purograming）」といい、その例を図 1.1.4 に示します。

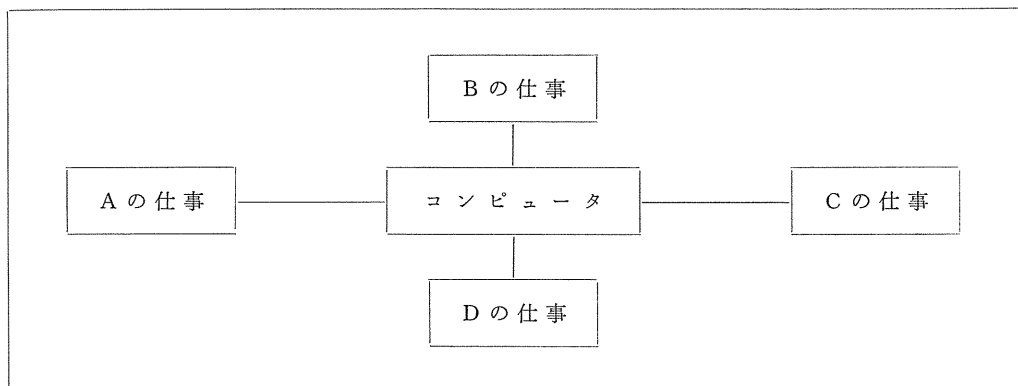


図 1.1.4 多重プログラミング

1.1.8 タイムシェアリングシステム（TSS；Time Sharing System）

前述の多重プログラミングをさらに発展させて、コンピュータで処理する時間を、小さく区切って、多数の仕事を並行して処理するオペレーティングシステムが開発されました。

たとえば、図 1.1.5 に示すように端末装置 1、2、3 があり、該当端末装置で処理要求があると、まず最初に端末装置 1 に対して、決められた t 時間だけ処理し、その与えられた時間をすぎると、次に端末装置 2 のために、同じように決められた時間 t だけ処理して、端末装置への仕事を再利用

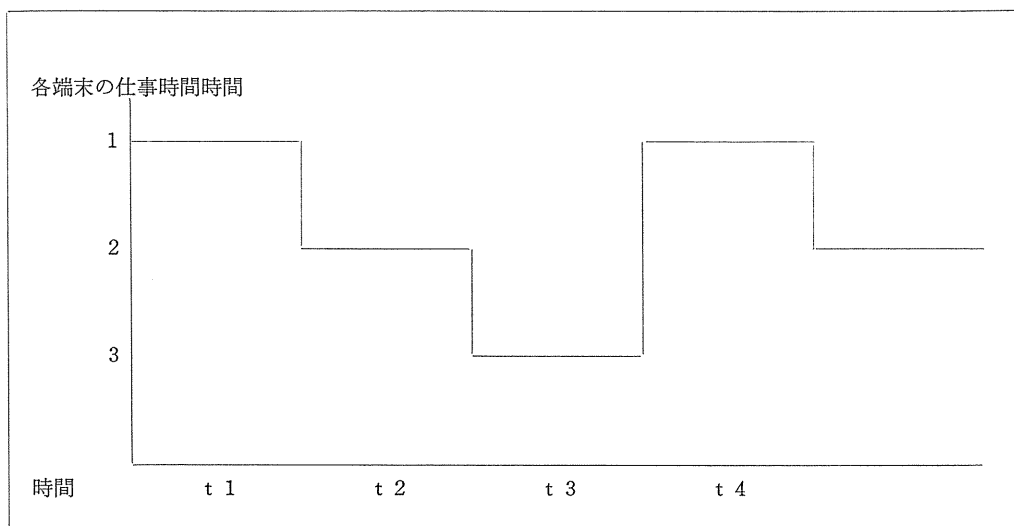


図 1.1.5

します。

このような処理を「タイムシュアリングシステム」といい、コンピュータはあるあらかじめ決められた時間をそれぞれの端末装置に設定し、多くの端末装置に対して均等なサービスを行うことができるのがポイントです。

1.1.9 オペレーティングシステムの発展過程のまとめ

以上、結論的にいうと、オペレーティングシステムとは、

- (1) コンピュータのコストパフォーマンスを良くしたい
→コストパフォーマンスの向上
- (2) より、プログラミングを品質の良いものにしたい
→信頼性の向上
- (3) より、プログラミングの工数を少なくしたい
→工数向上
- (4) コンピュータを便利に、誰でも容易に使いたい
→利便性向上

という願いが、オペレーティングシステム開発の原動力になったことはいまでもありません。いままで、説明した過程を図示すると、図 1.1.6 のようになります。

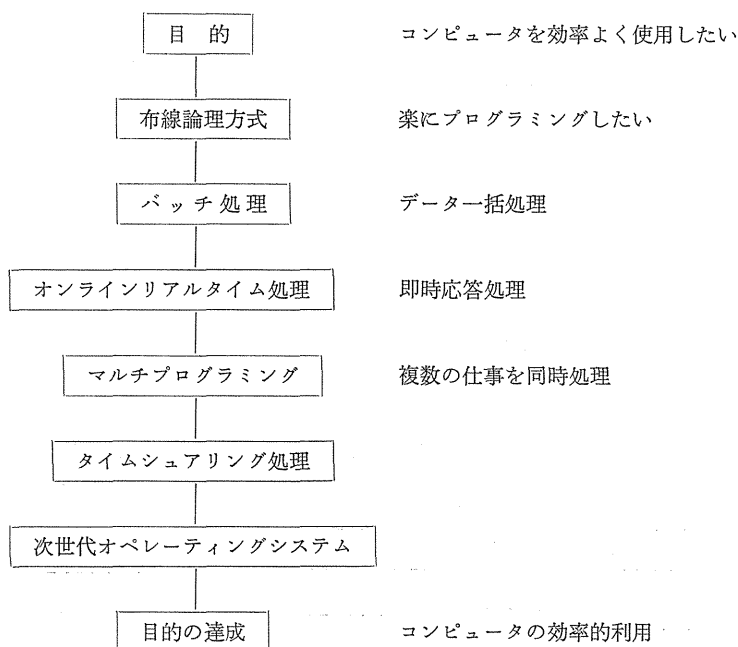


図 1.1.6

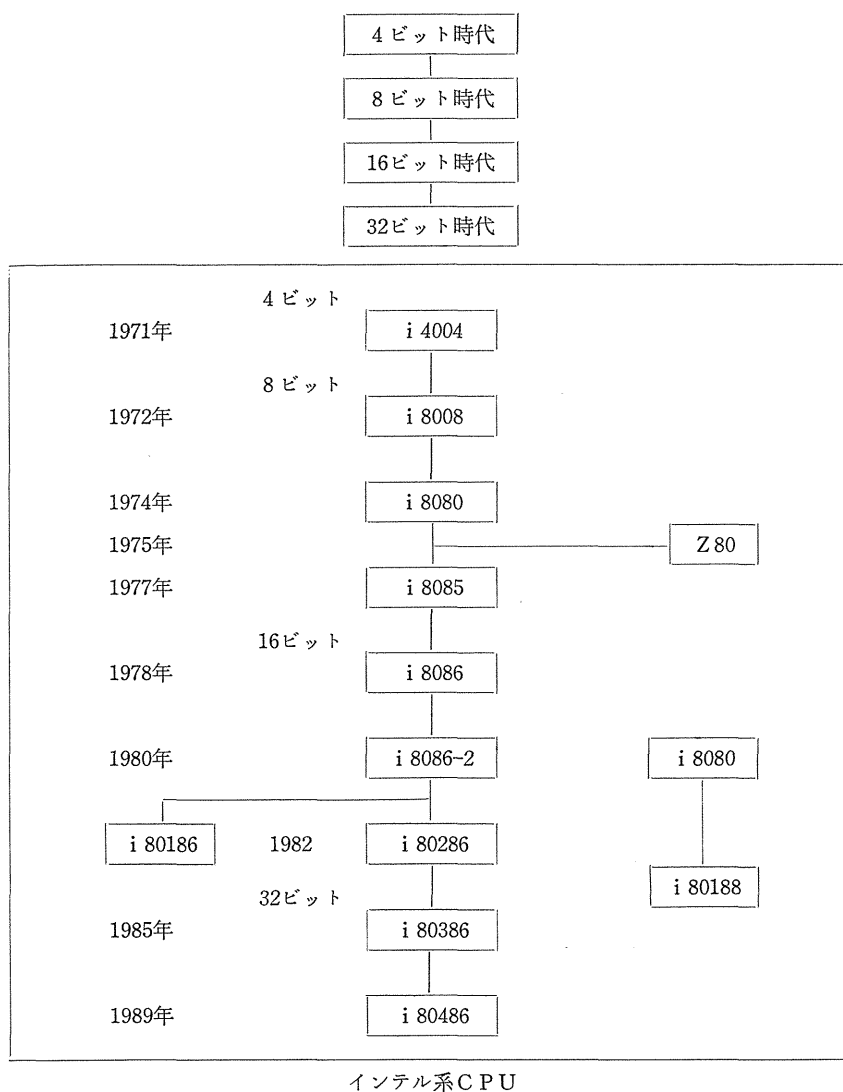
いままで、述べてきたオペレーティングシステムは、メーカーの開発思想により、そのハードウェア、ソフトウェア構成、規模、運転管理等が異なります。

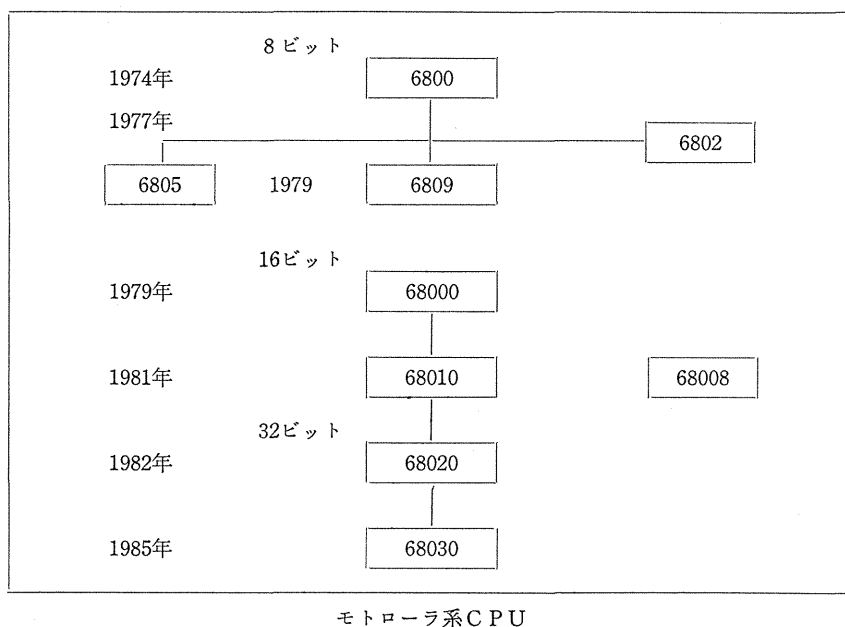
1.2.1 パーソナルコンピュータの汎用オペレーティングシステムの歴史的変遷

それでは、パーソナルコンピュータ自身は、どのように発展していったのでしょうか。パーソナルコンピュータを今日のように発展させた最初のトリガーとして、次のような有名なエピソードがあります。当時、日本の電卓のトップメーカーである「ビジコン社」は、さらに高性能な電卓を開発するため、米国半導体メーカーに高密度な演算機能を有するLSIの開発を依頼したところ、プログラマブルなLSI、すなわち現在のパーソナルコンピュータの原型を開発し、提示してきたそうです。

このように、パーソナルコンピュータの歴史的生成・発展は最初からパーソナルコンピュータとして、開発されたのではなく、ある事象から、付随的・間接的に製品として開発されたものだったのです。それでは、具体的にパーソナルコンピュータの歴史的変遷をたどってみましょう。

パーソナルコンピュータの歴史は、大きく分類すると、次のようになります。





当然，これらのハードウェア構成上の違いと，キャパシティの拡大，機能向上等により，それらのハードウェアを管理運用するソフトウェア，すなわちOSも機能の向上を含め，変化していくのは当然の成行きでした。

ここでは，これらのパソコンOSの変遷を，上記各時代毎に説明していきます。

1.2.2 4ビット時代

最初のパーソナルコンピュータである“i 4004, i 4040”は第1世代マイクロプロセッサと呼ばれ，従来はデジタル回路として持たせていたハードウェア機能を1チップマイコン上にあるソフトウェアで実現させていたにすぎません。したがって，当然，汎用OSらしい基本ソフトウェアは装備されていなかったといえるでしょう。

1.2.3 8ビット時代

i 8008, i 8080, モトローラ6809, ザイログZ80等に代表されるパーソナルコンピュータは，第2世代パーソナルコンピュータと呼ばれ，前述の4ビットパーソナルコンピュータと違い，最初からコンピュータシステムとして，各種のデータ制御処理が行われるよう設計されていました。

ここでは，第2世代パーソナルコンピュータに使用されているOSはどのような構成になっているか説明します。

- (1) プログラマーがプログラムを作成して，パーソナルコンピュータを使用しようとするときには，プログラムの原形である「ソースプログラム」を作成するためにエディタとよばれるプログラム作成ツールを用いているのが一般的です。
- (2) 次に，こうして作成したプログラムの「バグ」をとり，作成したソースプログラムをアセン

40 オペレーティングシステムの歴史的変遷と概要

ブラあるいはコンパイラにかけます。その出力がソーロケートブル（再配置可能）なオブジェクト形式であれば、実行可能な絶対番地形に変換する必要があります。

- (3) また、ライブラリという、いわゆる図書館形式のもので既成のマクロ、サブルーチン、データ……etc をコールして、プログラマーが作成しているプログラムに織り込まなければなりません。

- (4) こうして、やっとプログラムは実行可能な段階に入ります。

これら、一連のコンピュータのタスクを運転管理するソフトウェア、またハードウェアを一元管理するソフトウェアの総称を「単一オペレーティングシステム」といい、これは、どのようなタスクでも、ある時間でみれば、ひとつずつしか実行していないということを表しています。この単一プログラムオペレーティングシステムの代表例としては、米国デジタルリサーチ社製の CP/M (Control program for microcomputer) があります。

1.2.4 16ビットの時代

インテル8086, 80286, モトローラ68000, ザイログ Z 8000等に代表されるパーソナルコンピュータは、第世代パーソナルコンピュータとよばれ、当然コンピュータシステムとしての制御機能をもっています。

16ビットマイクロコンピュータも8ビットの時代のところで説明したように、シングルユーザー・シングルタスクという「単一オペレーティングシステム」として使用しているのが大部分です。この代表例としては、米デジタルリサーチ社製 CP/M-86, 米マイクロソフト社製 MS-DOS があります。

現在の16ビットパーソナルコンピュータは、シングルユーザー・シングルタスクというオペレーティングシステムが主流であり、UNIX 系, RMX-86, さらには、インテル80286の普及により、マルチユーザー、マルチタスク用オペレーティングシステムを登録している機種が、これから急速に増大することが予想されます。

1.2.5 32ビットの時代

汎用コンピュータの10～15年遅れで、パーソナルコンピュータは汎用コンピュータと同じ軌跡をたどっているといえるでしょう。現在、日米の各社から、32ビットマイクロコンピュータが販売されており、市場に出回っています。米インテル社は、32ビットの CPU80386 を販売しています。現在の状況は、80286 マシンの高速版として利用しているのが大部分ですが、これからのオペレーティングシステムとして期待されている OS/2 の普及によりマルチタスク・マルチユーザー機能を利用するようになるでしょう。

32ビットマイクロコンピュータの標準 OS として、米国カリフォルニア大学バークレイ版 UNIX があげられます。マルチユーザー用 OS として開発されたもので、異なる複数の端末から32ビットマイクロプロセッサを会話的に使用することが可能です。また、UNIX は本来、文書の編集や書式

の決定に向けたプログラムであったため、OS としての諸機能の他に、ソフトウェア開発、文書の作成、通信に関する膨大なプログラミングツールが長い間経て、蓄積されてきました。このような長い間の歴史的なソフトウェア資産の継承を経て、UNIX がいよいよ商業ベースで拡大してきています。しかし、次のような障壁により、UNIX が32ビットプロセッサの標準的な OS として基盤を築くことは、楽観を許しません。

- (1) 標準 OS として期待されている UNIX は、ビジネスの分野では、実績がすくない。
- (2) IBM が、32ビットの OS として、OS/2を採用してきた。

1.3 オペレーティングシステムの概要

1.3.1 汎用コンピュータのオペレーティングシステムの概要

主な汎用オペレーティングシステム

オペレーティングシステムを中心となるプログラムは管理プログラムであり、利用者側のオペレーティングシステムに対する処理要求の受付、各処理プログラムの実行の管理、処理過程で必要となるデータの管理、入出力装置・記憶装置への書き込み・読み出しなどを行います。

一方、サービスプログラム、言語プログラム等から構成される処理プログラムは、この管理プログラムから実行されています。前者のサービスプログラムは、オペレーティングシステムを効率よく運転するために使用されます。この中の一つの処理プログラムとしてリンカージェディタプログラムがあります。後者の言語処理プログラムは、プログラマーが記号言語で記述したプログラムを機械語に変換処理するものです。

これらのオペレーティングシステムの基本構成を図 1.3.1 に示します。

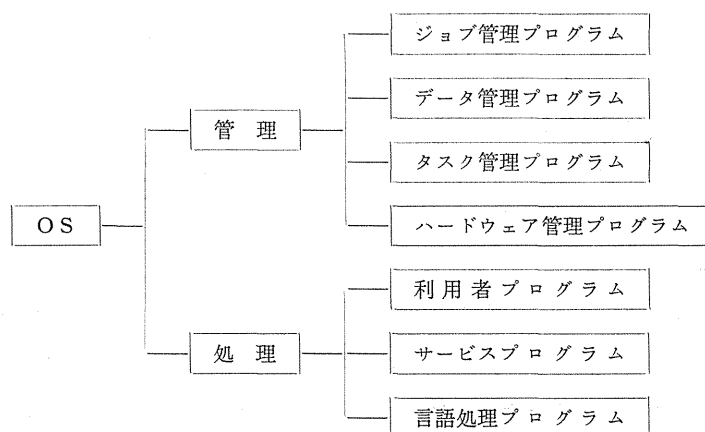


図 1.3.1

ここで狭義の意味でのオペレーティングシステムとは、管理プログラムを意味している場合もあります。

(1) ハードウェア管理プログラム

入出力の制御、割り込み制御等を行います。

(2) タスク管理

たとえば、あるコンピュータの中に複数のプログラム（タスク）の処理要求が出ているとしましょう。この時、あるひとつのプログラム（タスク）が実行中に入出力処理に移ると、次に、別のプログラムの実行を始めます。このように、多くのプログラム（タスク）を管理しているプログラムがタスク「管理プログラム」です。このようにタスク管理プログラムは、いくつもあるプログラム（タスク）を効率よく間違いなく処理できるようにしているものです。

（注） タスク管理プログラムは、プログラムの実行を「タスクという単位で管理しています。そして、実行するための条件が満足したタスクを、そのシステムの優先順位にしたがって選択し、実行が続けられなくなるまで実行します。また、そのタスクが実行を止めると、次に優先順位の高いタスクが選択され、実行されます。このように多重タスクを管理するプログラムが「タスク管理プログラム」です。

(3) データ管理プログラム

コンピュータでは、磁気テープ、磁気ディスクパック、磁気ドラムの大記憶容量の媒体が導入されるようになりました。このため、これらの大記憶容量の媒体を効率良く使用するために制御プログラムが集中して管理する必要がでてきました。すなわち、入出力操作の制御、ラベルの処理、ブロック化、非ブロック化等の処理の管理を行わなければなりません。これらの管理を行うプログラムを「データ管理プログラム」といっています。

(4) ジョブ管理プログラム

コンピュータにあるタスクを処理させる場合、それぞれのタスクの前処理と後処理、そして実行を管理するプログラムが必要です。このような働きをするプログラムが「ジョブ管理プログラム」です。

また、処理プログラムは次のように分類できます（図 1.2.1 参照）。

(1) 利用者プログラム

前述した言語処理プログラム、サービスプログラムは、メーカーがあらかじめ製造したプログラムですが、利用者自身でその業務に応じて作成する在庫管理、販売管理、成績管理等の各プログラムを「利用者プログラム」と言っています。

(2) サービスプログラム

リンケージエディタ、ライブラリ編集プログラム、分類併合プログラム各種ユーティリティプログラムのように同じプログラム処理の時は、あらかじめプログラムを作っておき、これを使用すれば、標準化されたプログラムルーチンとなり、プログラマーの労力が節約できます。このような目的で作られたプログラムが「サービスプログラム」です。

(3) 言語処理プログラム

アセンブラ、FORTRAN、COBOL、PL/1 コンパイラのような言語で書かれたプログラムだけでは、コンピュータは処理できません。つまり、人間の日常語に近い言語からコンピュータ言語である機械語に翻訳するためのプログラムが上記アセンブラやコンパイラであり、これらを「言語処

理プログラム」といっています。

1.3.2 パーソナルコンピュータの汎用オペレーティングシステム

これまで、パーソナルコンピュータを念頭に入れながら、オペレーティングシステムについて説明してきました。次にパーソナルコンピュータを使用するうえで1番ポピュラーな BASIC とパーソナルコンピュータ開発用オペレーティングシステムについて説明します。

(1) BASIC

パーソナルコンピュータの主な汎用オペレーティングシステムの1種として BASIC(Beginners All purpose Symbolic Instruction Code) があります。これは1963年にダートマス大学の Kemery, Kurty 両教授により、科学計算用として、考えられたものであり、比較的簡単なことから、現在パーソナルコンピュータに最も多く利用されています。現在では、さらにこの BASIC にリアルタイム処理機能を付加し、BASIC 企画案を米国規格協会 (ANSI) で検討中です。

市販されているパーソナルコンピュータのほとんどは、BASIC インタプリタをもつマイクロコンピュータです。BASIC インタプリタのほとんどは、マイクロソフト社製のものですが、ユーザー側からみたパーソナルコンピュータは、そこに利用されているマイクロコンピュータが、INTEL 80系であろうとモトローラ68系であろうと特に意識する必要はありません (図1.3.2(1))。

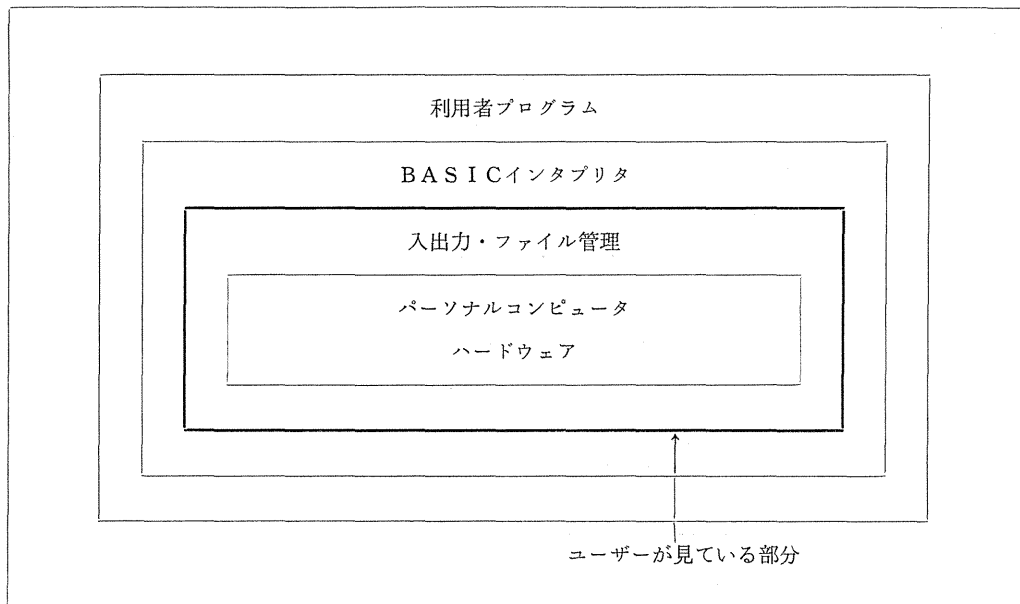


図 1.3.2(1)

汎用コンピュータのオペレーティングシステムは、コンピュータを効率よく使用できるように考えられたものですから、それ以外の「演算機能、エディタ機能」は含まれません。したがって、BASIC を厳密に言うとオペレーティングシステムにそれらの機能 (演算機能、エディタ機能、…

etc) を徹底拡張したものです。また、BASIC は、「インタプリタ言語」+「最小限度の OS 機能」であり、言語だけではコンピュータを稼動させられないので、必要最小限のモニタ的機能、エディタ、エディタ管理機能を追加したものとなっています。これを図 1.2.2(2) に示します。

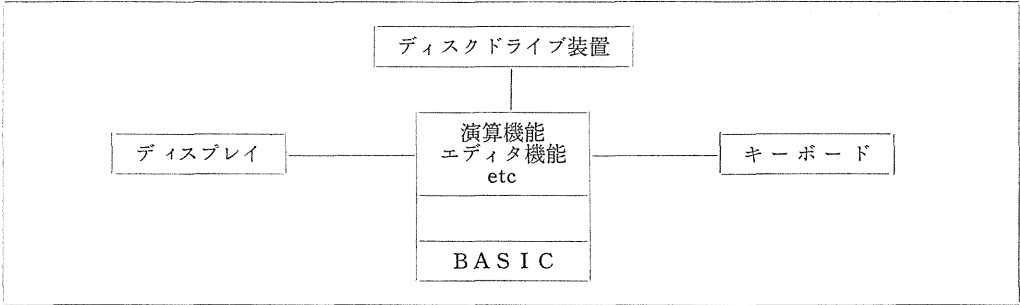


図 1.3.2(2)

1.3.3 パーソナルコンピュータの主な汎用オペレーティングシステム

パーソナルコンピュータのオペレーティングシステムについては、ディスクを補助記憶装置とした Disk Operating System (DOS) とりわけフロッピーディスクを用いる場合がほとんどで、Floppy Disk Operating System (FDOS) と言っています。

これらのオペレーティングシステムは各国、各メーカーが一斉に発表しているが、世界中で最も多く愛用され、そのオペレーティングシステムの走行下で、BASIC COBOL FORTRAN, といった高級言語、マシン語開発に圧倒的に強力な機能をもつオペレーティングシステムの代表例が、CP/M, MS-DOS, UNIX です。

表 1.3.1 パソコンの代表的OS

8ビット用OS	
80系CPU用OS	CP/M-86
68系CPU用OS	OS-9 FLEX
UCSD p-System	CDOS
16ビット用OS	
8086 (80286) 8088系CPU用OS	CP/M-86 MS-DOS OS/2
M68000系CPU用OS	OS-9/68000 CP/M-86K UNIX
Z8000系CPU用OS	UNIX XENIX

- (1) CP/M デジタルリサーチ社により、CP/M-8 から CP/M-86 へ移行
 CP/M-86 8086 (インテル) 用の OS で、シングルユーザ・シングルタスク機能
 CP/M-68K 68000 (モトローラ) 用の OS で、シングルユーザ・シングルタスク機能
 MP/M-86 8086用の OS でマルチユーザ・マルチタスク機能
 Concurrent CP/M-86 8086用の OS でシングルユーザ・マルチタスク機能
- (2) MS-DOS マイクロソフト社が Ver 2.0 以降 UNIX の考え方を取り入れ陰層ディレクトリパイプ処理の機能を付加した
 MS-DOS Ver 1.25→Ver 2.0→Ver 3.0
- (3) UNIX ベル研究所で生まれたマルチユーザー・マルチタスク方式の OS
 Xenix, Venix パソコン用
- (注1) CP/Mは、米国デジタルリサーチ社が開発したパーソナルコンピュータのソフトウェア開発オペレーティングシステムです。
- (注2) 現在16ビット系マイクロプロセッサにどのオペレーティングシステムが搭載されているかを表示したのが表1.3.1です。

表 1.3.1 オペレーティングシステム (16ビット機)

CPU	ユ ー ザ ー	オペレーティングシステム
8086 80286	シ ン グ ル	CP/M-86, Concurrent CP/M-86 MS-DOS
	マ ル チ	MP/M-86, OS/2 UNIX 系 (Xenix, Idris, Oasis-16 など)
68000	シ ン グ ル	CP/M-68K MS-DOS
	マ ル チ	UNIX 系 (Xenix, Idris, Oasis-16 など)
Z8000	シ ン グ ル	CP/M MS-DOS
	マ ル チ	UNIX 系 (Xenix, Zeus, Coherent, Oasis-16 など)

また、日米を中心とするパーソナルコンピュータ主要生産国で生産されている各主要オペレーティングシステムの代表的なパーソナルコンピュータを表 1.3.2 に示します。

表 1.3.2 パーソナルコンピュータオペレーティングシステムの代表機種

OS	機 種
CP/M-86	AS-100 (キャノン) MZ-6500 (シャープ) M343SX (SORD) MBC-5000 (三洋電機) SEIKO3300 (精工舎) C-280 (パナファコム)

	i f 800 R X110, 120 (沖電気) F M-11 B S (富士通) N5200モデル05MK II, P C-9800 V X シリーズ (日本電気) M U L T I-16-II (三菱電機)
MS-DOS	i f 800モデル50 (沖電気) F P-6000 (カシオ計算機) A S-100 (キャノン) M Z-6500 (シャープ) M343 S X (S O R D) J -3100, 1600モデル (東芝) I B M-5500シリーズ (I B M) S -2250 (オリデッティ) B シリーズ (日立) 9450シリーズ, F M R シリーズ (富士通) N5200シリーズ, P C-9800シリーズ (日本電気) P C-286 (E P S O N)
U N I X	U X-300 F, U X-700 (東芝) S E I K O 9500 K (精工舎) H P-200シリーズ (ヒューレットパッカード) M68シリーズ, M685 (S O R D) C E C 8000 (中央電子) O A-8100 (シャープ) T O W E R 1632 (N C R) P D P シリーズ, M i c r o V A X, V A X シリーズ (D E C) N W S-820 (ソニー)
O S / 2	P S / 2 モデル50, 60, 80 (米 I B M) P C-A T モデル286 (米 I B M) P S / 55モデル5540, 5550, 5560, 5570 (日本 I B M) P C-98 L X 2, P C-98 X A, P C-98 X L, P C-9801 V X (日本電気) 2020, B-16 (日立) J 3100 S G T (東芝) F M R-50, 60, 70 (富士通)

<付記>

本稿は、高橋三雄，坂本真一郎，渋谷二三男他著「パソコンオペレーティングシステム」平成元年1月啓学出版(株)より出版したものから抜粋したものです。

また、本稿を執筆するにあたり、坂本真一郎先生の指導をうけましたので、紙面を借りてお礼申し上げます。

学 会 論 文	発 表 機 関	発 表 日	備 考
試作マイクロコンピュータインターフェースの特徴とその評価	情報処理学会	昭和63年 3 月	全国大会
インタフェースのソフトウェアトレーニング	情報処理学会 教育とコンピュータ	63. 7. 14	機械振興会館（東京）
テクニカルCAIの構築について	情報処理学会	63. 11. 10	教育における知的方法シンポジウム 機械振興会館（東京）
オンライン情報処理技術者育成のためのシステムの構築について	情報処理学会	63. 12. 8	